



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der  
**europäischen Patentschrift**

⑧7 EP 0 433 995 B1

⑩ **DE 690 31 456 T 2**

⑤1 Int. Cl. 6:  
**G 01 R 35/00**  
G 01 F 25/00  
G 01 F 23/26  
G 01 R 31/28  
G 01 D 18/00

②1 Deutsches Aktenzeichen: 690 31 456.6  
⑧6 Europäisches Aktenzeichen: 90 124 610.8  
⑧6 Europäischer Anmeldetag: 18. 12. 90  
⑧7 Erstveröffentlichung durch das EPA: 26. 6. 91  
⑧7 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 17. 9. 97  
④7 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 5. 2. 98

③0 Unionspriorität:

452697 18.12.89 US

⑦3 Patentinhaber:

Drexelbrook Controls Inc., Horsham, Pa., US

⑦4 Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
Anwaltssozietät, 80538 München

⑧4 Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

⑦2 Erfinder:

Maltby, Frederick L., Jenkintown, PA, US; Kramer,  
Jonathan L., Warminster, PA, US

⑤4 Testsystem für entfernt gelegene Instrumente

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 690 31 456 T 2

DE 690 31 456 T 2

## Instrumentensystem zur Prüfung von Instrumenten

Die Erfindung bezieht sich auf ein Instrumentensystem der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Art.

Instrumente werden häufig eingesetzt zur Überwachung von Materialzuständen oder anderen physikalischen Zuständen an Stellen, die von Interesse sind. Das Ausgangssignal eines solchen Instruments wird häufig von einem Instrument, das in der Nähe des zu überwachenden Zustandes angeordnet ist, elektrisch zu einem entfernten Ort vermittelt, wo eine derartige Ausgangsinformation erwünscht ist. In diesen Fällen ist häufig die Möglichkeit erwünscht, daß man das einwandfreie Funktionieren des Systems anzeigt bzw. nachweist. Ein Beispiel hierfür besteht beispielsweise darin, daß zur Überwachung eines Materialpegels in einem Behälter ein Materialpegelüberwachungsinstrument eingesetzt wird, das auf Betriebsbedingungen bei hohem Pegel anspricht. Ein derartiges System wird häufig angewendet, um eine Überfüllung eines Gefäßes zu erfassen bzw. zu vermeiden. Dies erfolgt durch geeignete Mittel, die auch das Ausgangssignal des Instruments in der Weise ansprechen, daß Materialausschuß, Personalgefährdung, Umweltzerstörung und andere nachteilige Effekte, die aus der Gefäßüberfüllung resultieren können, vermieden werden. Solche Instrumente, insbesondere auf Überfüllung ansprechende Instrumente, werden in herkömmlicher Weise so

ausgebildet, daß sich ihr Ausgangssignal normalerweise nicht ändert. Ausgenommen hiervon ist das Auftreten der Bedingungen, auf welche sie abgestimmt und kalibriert sind, um bestimmte Zustände zu erfassen und auf diese anzusprechen. Diese Zustände treten erfahrungsgemäß nur in seltenen Zeitpunkten auf. Gerade in solchen Anwendungsfällen ist es erforderlich zu bestimmen, ob das Instrumentensystem noch in geeigneter Weise ansprechen wird für den Fall, daß derartige zu überwachende Bedingungen auftreten.

Ein Weg, um dies auszuführen besteht darin, daß man die zu überwachende physikalische Bedingung einstellt, so daß sie mit der interessierenden Bedingung, auf welche das Instrument ansprechen soll, übereinstimmt. Bei dem obengenannten Beispiel zum Schutz gegen Überfüllung würde hierzu das Anfüllen des Gefäßes mit Material auf eine Füllhöhe, bei welcher das Instrument ansprechen soll, und die Bestimmung, ob das Instrument in geeigneter Weise anspricht, erforderlich sein. Diese Methode ist häufig unpraktisch, umständlich oder in anderer Weise nicht erwünscht, beispielsweise dann, wenn es sich um ein großes Gefäß handelt, das Material teuer ist oder zusätzliches Material zu dem Zeitpunkt, zu welchem die Überprüfung durchgeführt werden soll, nicht vorhanden ist. Darüber hinaus erfordert diese Methode im allgemeinen wenigstens zwei Personen, um die Überprüfung durchzuführen, da eine Person zur Überwachung des Materialzustandes erforderlich ist und eine andere Person die Instrumentenreaktion bzw. den Instrumentenausgang an einem Ort überwachen muß, der entfernt zu der Stelle liegt, an welcher die Anzeige bzw. Kontrolle erfolgt.

Instrumentensysteme, welche es einer Bedienungsperson erlauben, ein entferntes, auf Leitfähigkeitswerte ansprechendes Instrument zu kalibrieren, indem Kalibriersignale einer Zweidrahtübertragungsleitung, die das Instrumentenausgangssignal führen, eingegeben werden, sind bekannt. Ein derartiges System ist beispielsweise aus der US-PS 4 733 133 bekannt. Jedoch ist dieses System nicht geeignet, eine Prüfung durchzuführen, da es lediglich eine interne Instrumentenreferenz ändert, die zur Kalibrierung des Instruments verwendet wird. Es ist daher nicht möglich, das gesamte Instrumentensystem zu überprüfen. Ferner kann das bekannte Instrument nicht mit einem vorhandenen Instrumentensystem verwendet werden, das nicht auf das Instrument speziell abgestimmt ist. Darüber hinaus ist sein Betrieb äußerst kompliziert und erfordert die Übertragung und den Empfang von kodierten Signalen.

Ein bekanntes und im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenes Instrumentensystem ist in der GB 2 081 452 A beschrieben. Dieses bekannte System zum Bestimmen des Pegels von Inhalten eines Behälters weist eine kapazitive Sonde als Sensor auf, die isoliert in dem Behälter angeordnet ist und deren Kapazität von dem Pegel abhängt. Ein Meßumformer, der als das Instrument wirkt, ist an einer Stelle des Behälters angeordnet und erzeugt ein Signal, das einen Meßwert angibt, der von der Sondenkapazität abhängt, und eine Abschätzeinrichtung, die als Testschaltung wirkt, ist vom Behälter entfernt angeordnet und mit dem Umformer über eine zweiadrige Leitung verbunden, über die die zum Betrieb des Umformers erforderliche Gleichspannung von der Abschätzeinrichtung an den Umformer übertragen wird. Das gemessene Wertesignal, das von dem Umformer erhalten wird, wird an die Abschätzeinrichtung gegeben. Eine Schaltereinrichtung ist in dem Umformer angeordnet, um von der kapazitiven Sonde auf eine Testkapazität umzuschalten, die sich von jeder

möglichen Sondenkapazität unterscheidet, die beim normalen Betrieb auftritt, und eine Steuerung ist zur periodischen Betätigung der Schaltereinrichtung vorgesehen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Instrumentenprüfsystem zu schaffen, das in Verbindung mit Instrumentensystemen benutzt werden kann, die eine große Vielfalt von Instrumentenausgangssignal-Empfangszubehör haben und bei denen jeder Fehler des Prüfsystems selbst die Angabe eines Fehlers bewirken wird, d.h., die fehlersicher sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im Patentanspruch 1 beanspruchten Merkmale gelöst.

Weitere Merkmale der Erfindung werden anhand der folgenden Beschreibung und der Zeichnungen erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Instrumentenprüfsystems mit herkömmlichem Aufbau;

Fig. 2 ein Blockschaltbild eines Instrumentenprüfsystems, das ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist;

Fig. 3 ein Blockschaltbild zur näheren Erläuterung der Funktion eines Instrumentenprüfsystems, das ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ohne die Steuerung der vorliegenden Erfindung ist und welches zusammen mit einem auf Leitwerte ansprechenden Instrumentensystem mit einem Strom als Ausgangssignal arbeitet; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der Prüfschaltung der Erfindung.

Im folgenden bedeutet "Instrumentensystem" ein System, mit welchem ein gewünschtes Ausgangssignal in Abhängigkeit von einem überwachten Zustand, der von Interesse ist, vorgesehen wird. Dieses System umfaßt insbesondere primäre zustandsabhängige Elemente, alle Mittel zur Übertragung zum Empfang bzw. zur Verarbeitung von Signalen, die abhängig sind von dem interessierenden Zustand, sowie alle funktionellen Hilfselemente, die in den Normalbetrieb des Systems einbezogen sind. Die im folgenden verwendete Bezeichnung "Instrumentenprüfsystem" bedeutet ein System zum Prüfen eines Instrumentensystems zur Beurteilung seines möglichen An-

sprechverhaltens auf einen überwachten Zustand, der von Interesse ist.

Die Figur 1 zeigt ein System zum Prüfen eines Instruments nach dem Stand der Technik. Das zu überprüfende Instrumentensystem umfaßt einen Sensor bzw. ein Primärelement 10, das ein Ausgangssignal vorsieht in Abhängigkeit von einem physikalischen Zustand, der von Interesse ist. Ein Instrument 12 liefert ein Ausgangssignal, das über einen Übertragungs-  
 10 kanal 16 einem Empfänger 18 zugeleitet wird. Dieser Empfänger kann entfernt angeordnet sein und kann verschiedene Arten von Alarm, Datenprotokollierung, Steuerung und andere Funktionen in Abhängigkeit vom Instrumentenausgangssignal, das über den Übertragungskanal 16 empfangen worden ist, aus-  
 15 führen.

In bekannter Weise kann das Instrumentensystem der Figur 1 mit Hilfe einer Simulationsschaltung 14 geprüft werden. Diese Simulationsschaltung ist an das Instrumentensystem  
 20 angeschlossen und simuliert dem Instrument Bedingungen, die zu überwachenden Bedingungen, welche von Interesse sind, entsprechen. Wenn das Instrumentensystem bei der Simulation derartiger Zustände einwandfrei funktioniert, wird ein Ausgangssignal entsprechend dem überwachten Zustand, der von  
 25 Interesse ist, erzeugt und dieses Signal ist im Übertragungskanal 16 vorhanden. Hierdurch wird der Empfänger 18 veranlaßt, einen vorbestimmten entsprechenden Zustand anzunehmen. Derartige Instrumentenprüfsysteme mögen wirkungsvoll zur Überprüfung von Betriebszuständen des Instrumentensystems bzw. wenigstens eines wesentlichen Teils davon sein.  
 30 In der Praxis ergeben sich jedoch verschiedene Schwierigkeiten. Im allgemeinen muß der Simulator 14 in der Nähe des Instruments 12 angeordnet sein, während der Empfänger an

- einem entfernten Ort vorgesehen sein kann. Um eine solche Trennung zu ermöglichen, müssen zwei Bedienungspersonen, die in Kommunikation miteinander sind, anwesend sein, um den Prüfbetrieb durchführen zu können. Die eine Person befindet sich beim Simulator 14 zur Betätigung des Simulators. Die andere Person befindet sich beim Empfänger 18 zur Überwachung seines Zustandes. Dieses Verfahren ist unbequem und aufwendig. In vielen Fällen können Fehler in den Prüfvorgang eingebracht werden, welche beispielsweise durch hochfrequente Störungen während der Funkübertragung zwischen den Bedienungspersonen veranlaßt sein können. Darüber hinaus kann es für die Bedienungsperson gefährlich bzw. unbequem sein, den Simulator 14 in der Nähe des Instruments 12 zu betätigen. Eine andere Methode, um die Trennung zwischen signalsimulierendem Schaltkreis und dem Standort der Ausgabe des Zustands, welcher von Interesse ist, zu ermöglichen, besteht darin, daß ein getrennter Übertragungskanal zwischen diesen Standorten vorgesehen ist. Dies erfolgt so, daß eine einzelne Bedienungsperson ein Simulationssignal, das an das Instrument geliefert wird, auslöst und das Systemausgangssignal beobachtet. Derartige zusätzliche Übertragungskanäle sind jedoch im allgemeinen aufwendig, insbesondere dann, wenn für das Instrument eine hohe Eigensicherheit gefordert wird.
- Die Figur 2 zeigt ein Blockschaltbild eines Instrumentensystems, das ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist. Mit diesem System ist eine Instrumentenprüfung möglich, wobei die oben geschilderten Nachteile beim Stand der Technik vermieden werden. Das System nach dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 beinhaltet ein Instrumentensystem. Dieses besitzt ein Primärelement bzw. einen Sensor 20, der auf eine Betriebsbedingung, die von Interesse ist, anspricht. Ferner besitzt das System ein Instrument 22, das an den Sensor 20

angeschlossen ist. Das Instrument spricht auf das Ausgangssignal des Sensors 20 in Abhängigkeit von überwachten Bedingungen, die von Interesse sind, an. Ein Übertragungskanal 30 erhält die Ausgangssignale vom Instrument 22 und überträgt diese zu einem entfernt liegenden Ort. Ein Empfänger 32, der an einem vom Instrument 22 entfernt liegenden Ort vorgesehen ist, ist an den Übertragungskanal 30 angeschlossen. In typischer Weise kann der Übertragungskanal 30 eine Stromschleife, beispielsweise eine 4-20 mA-Stromschleife, enthalten. Der Empfänger 32 enthält Funktionselemente, die auf das Instrumentenausgangssignal, welches im Übertragungskanal 30 vorhanden ist, ansprechen. Hierzu kann der Empfänger Anzeigemittel, Wiedergabemittel, Datenprotokollier-  
einrichtungen, Signalverarbeitungseinrichtungen und Signalübertragungseinrichtungen sowie Steuereinrichtungen und dgl. enthalten. Der Empfänger 32 kann ferner Hilfsfunktionselemente, wie beispielsweise Versorgungsquellen und Schutzeinrichtungen für Eigensicherheit zur Verwendung in Zweidrahtgleichstromschleifensystemen, aufweisen. Das Prüfsystem nach dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 enthält ferner einen Simulator 26 zur Simulierung von Sensorsignalen, die überwachten Bedingungen, welche von Interesse sind, entsprechen. Derartige Simulationssignale werden dem Instrumentensystem funktionell so nahe wie möglich den überwachten Betriebsbedingungen, die von Interesse sind, zugeführt, damit eine Überprüfung des Betriebs des Instrumentensystems so oft wie möglich durchgeführt werden kann.

Im Unterschied zu dem in Figur 1 dargestellten bekannten System enthält das System der Figur 2 einen Prüfsignalempfänger 28, der an den Übertragungskanal 30 und den Simulator 26 angeschlossen ist. Dieser Prüfsignalempfänger empfängt vom Übertragungskanal 30 Prüfsignal und betätigt in

Abhängigkeit davon den Simulator 26. Das Instrumentenprüf-  
 system enthält ferner einen Prüfsignalgenerator 34, um  
 Prüfsignale dem Übertragungskanal 30 zuzuführen zur Einlei-  
 tung bzw. Initiierung eines Prüfungsvorgangs des Instrumenten-  
 systems. Der Prüfsignalgenerator 34 kann an einem Ort vor-  
 5 gesehen sein, der entfernt liegt vom Instrument 22. Der  
 Prüfsignalgenerator kann hierzu in der Nähe des Empfängers  
 32 angeordnet sein. Demgemäß kann eine einzelne Bedienungs-  
 person, welche sich in der Nähe des Empfängers 32 aufhält,  
 10 die Funktionalität im wesentlichen des gesamten Instrumenten-  
 systems überprüfen, wobei dem Übertragungskanal 30 ein Prüf-  
 signal zugeführt wird. Außerdem kann wahrgenommen werden,  
 daß ein geeigneter Instrumentenausgangssignalzustand im  
 Übertragungskanal 30 und/oder ein entsprechender Zustand des  
 15 Empfängers 32 vorhanden ist.

Die Prüffunktion des erfindungsgemäßen Systems kann automa-  
 tisiert werden, so daß beispielsweise die Erzeugung von  
 Prüfsignalen und die Wahrnehmung eines geeigneten Ansprech-  
 20 verhaltens automatisch und periodisch erfolgen kann. Die  
 Figur 2 zeigt hierzu eine Steuereinrichtung 36, welche an  
 den Prüfsignalgenerator 34 und den Empfänger 32 angeschlos-  
 sen sein kann. Auf diese Weise werden die Funktionen der  
 Übertragung eines Prüfsignals und der Bestimmung, ob eine  
 25 Systemantwort bzw. ein Systemverhalten in geeigneter Weise  
 den Betrieb, der stattgefunden hat, anzeigt, integriert.  
 Die Steuereinrichtung 36 veranlaßt den Prüfsignalgenerator  
 34, ein Prüfsignal über das Auftreten bestimmter Betriebs-  
 bedingungen in periodischen Intervallen bzw. zu bestimmten  
 30 Zeiten zu übertragen. Die Steuereinrichtung 36 empfängt von  
 dem System, welches im Normalbetrieb auf Betriebsbedingun-  
 gen, die von Interesse sind, anspricht, ein Eingangssignal.  
 Wie gezeigt ist, wird das Eingangssignal der Steuereinrich-

tung 36 vom Empfänger 32 abgeleitet. Es kann jedoch auch direkt vom Übertragungskanal 30 abgeleitet werden. Die Steuereinrichtung 36 bestimmt, ob das System in geeigneter Weise auf die eingeleiteten Prüfungen reagiert, und kann an  
5 seiner Ausgangsseite 38 ein Ausgangssignal vorsehen, welches das Ergebnis dieser Bestimmungen wiedergibt. Die Steuereinrichtung kann in eine eingesetzte Steuereinrichtung eingebaut sein. Ferner kann sie als Funktion in einem Verarbeitungsrechner oder dgl. vorgesehen sein. Die in Figur 2 schematisch dargestellte Steuereinrichtung wird auch in Verbindung mit den noch näher zu erläuternden Systemen, welche in  
10 den Figuren 3 und 4 gezeigt sind, verwendet.

Dadurch, daß der Übertragungskanal 30 sowohl für die Übertragung einer Ausgangsinformation, welche vom Instrument 22  
15 kommt, als auch zur Übertragung der Prüfsignale zum Instrument zur Einleitung der Prüfung dient, können erhebliche Einsparungen und ein wirkungsvollerer Betrieb erreicht werden.

20 Die Figur 3 zeigt in einer mehr detaillierten Weise ein Funktionsschaltbild eines Instrumentenprüfsystems, das in Verbindung mit einem Instrumentensystem verwendet werden kann, bei welchem das Instrument ein leitwertempfindlicher  
25 Geber ist, der ein Ausgangsstromsignal liefert.

In Figur 3 enthält das Instrumentensystem einen leitwertempfindlichen Sensor, insbesondere scheinleitwertempfindlichen Sensor 40, der in einen Behälter 41 eingebaut ist,  
30 welcher zu überwachendes Material 43 enthält. Der Sensor 40 erzeugt als Ausgang einen Scheinleitwert, bzw. Scheinwiderstandswert, der beim dargestellten Ausführungsbeispiel als Kapazität in Erscheinung tritt.

Der Kapazitätswert ist eine Funktion des überwachten Zustands und ändert sich in Abhängigkeit von den überwachten Zustandsänderungen. Systeme, bei denen ein Zustand, wie beispielsweise eine Materialfüllhöhe, eine Zusammensetzung, eine Annäherung und dergl., überwacht werden und ein sich ändernder Scheinleitwert des Sensors erzeugt wird, sind bekannt. In Figur 3 ist ferner ein scheinleitwertabhängiger Meßwertgeber 42 dargestellt, der an seiner Eingangsseite mit dem Sensor 40 verbunden ist. Der Meßwertgeber erzeugt ein Ausgangssignal in Form eines Stromsignals, das an einen Stromkreis weitergegeben wird, der Signalleitungen 44 und 46 aufweist. Das Stromsignal ist eine Funktion des Scheinleitwertes bzw. Scheinwiderstandswertes, der an die Eingangsseite des Meßwertgebers vermittelt wird. Das Instrumentensystem der Figur 3 enthält ferner einen Empfänger 48, der an die Signalleitungen 44 und 46 angeschlossen ist. Der Empfänger erzeugt ein Ausgangssignal in Abhängigkeit von dem Strom in den Signalleitungen. Wie schon erläutert, kann der Empfänger 48 eine Anzeige, eine Wiedergabe, ein Datenprotokoll, eine Signalverarbeitung, eine Signalübertragung, eine Steuerung und andere Funktionen in Abhängigkeit vom Stromsignal in den Signalleitungen 44 und 46 durchführen. Die beiden Signalleitungen bilden einen Übertragungskanal zwischen dem Meßwertgeber 42 und dem Empfänger 48. Der Meßwertgeber 42 kann ein Zweidrahtmeßwertgeber sein. Das bedeutet, daß die eine Leitung ihre Leistung über ein Leitungspaar erhält, das gleichfalls als Übertragungskanal für das Ausgangssignal dient. Scheinleitungsempfindliche, Strom übertragende Instrumentensysteme sind beispielsweise aus der US-PS 4 146 834 bekannt. Bei diesem bekannten System ist das Ausgangssignal ein Stromsignal, das proportional dem Sensor Scheinleitwert ist. Bei dem aus der US-PS 4 363 030 bekannt-

ten Instrumentensystem ist der Meßwertgeberausgang ein bistabiles Stromsignal für eine Ein-Aus-Anzeige für eine Steuerung oder dergl.

- 5 In derartigen Zweidrahtsystemen kann der Empfänger 48 eine Leistungsquelle zur Energieversorgung und zum Liefern von Versorgungsleistung an den Meßwertgeber 42 über die Signalleitungen 44 und 46 enthalten.
- 10 Eine Simulatorschaltung 62 enthält einen Schalter 56 und ein Admittanzelement 54, das beim dargestellten Ausführungsbeispiel eine Kapazität ist. Der Schalter 56 wird von einem Prüfsignalempfänger 52 gesteuert. Wenn der Schalter 56 geschlossen ist, wird der Scheinleitwert des Kondensators 54
- 15 an den scheinleitwertempfindlichen Eingang des Meßwertgebers 42 angeschlossen. Hierdurch wird der Kondensator parallel geschaltet mit dem Scheinleitwert des Sensors 40. Ein derartiges System ist beispielsweise für ein Schutzsystem gegen Überfüllung des Behälters geeignet. Hierbei ist der
- 20 vorhandene Materialzustand und insbesondere die Füllhöhe des Materials von Interesse. Der Scheinleitwertsensor ist daher in einer Höhe angeordnet, welcher der Füllhöhe im Behälter entspricht, wobei sich sein Scheinleitwert erhöht. Der Scheinleitwert des Elements 54 kann ausgewählt bzw.
- 25 eingestellt werden in der Weise, daß er mit dem zu erwartenden Anstieg des Scheinleitwertes beim Auftreten des Materialzustandes, der von Interesse ist, übereinstimmt. Auf diese Weise lassen sich die Wirkungen dieses Zustandes so nahe wie möglich simulieren. Es ist natürlich auch
- 30 möglich, daß beim Auftreten des Materialzustandes, der von Interesse ist, eine Verringerung des Scheinleitwertes des Sensors 40 sich einstellt. Der Schalter 56 kann natürlich

auch normalerweise geschlossen gehalten werden und wird durch Steuerung des Prüfsignalempfängers 52 geöffnet, um das Admittanzelement 54 vom scheinleitwertempfindlichen Eingang des Meßwertgebers 42 zu trennen. Auf diese Weise  
 5 läßt sich der interessierende Materialzustand durch Verringerung des Scheinleitwertes simulieren.

Bei dem System der Figur 3 kann die Stellungsänderung des Schalters 56 zum Einleiten der Systemprüfung an einem beliebigen Ort entlang den Signalleitungen 44 und 46, beispielsweise in unmittelbarer Nähe des Empfängers 48, veranlaßt werden. Ein Prüfsignalgenerator, welcher einen Tastschalter 50 aufweist, liefert bei Betätigung des Tastschalters eine niedrige Impedanz zwischen den Signalleitungen  
 10 44 und 46. Die Signalleitungen besitzen zueinander eine Potentialdifferenz im Bereich von 10 bis 30 Volt. Die Betätigung des Tastschalters 50 verursacht einen raschen negativen Spannungsimpuls, der zwischen den Signalleitungen angelegt wird. Dieser rasch auftretende Impuls bildet im System der Figur 3 ein Prüfsignal. Der Prüfsignalempfänger 52, welcher normalerweise in der Nähe des Meßwertgebers 42 angeordnet ist, erfaßt den negativen Spannungssstoß an den Signalleitungen 44 und 46 und betätigt den Schalter 56 bei dessen Auftreten. Bei dem System der Figur 3 kann daher  
 20 eine Bedienungsperson im wesentlichen das gesamte System von einer Stelle in der Nähe des Empfängers 48 durch Betätigen des Schalters 50 überprüfen. Wenn die Bedienungsperson nach Betätigung des Schalters 50 ein Ausgangssignal des Empfängers 48 und/oder ein Stromsignal in den Signalleitungen  
 25 44 und 46 beobachtet, das dem Signal entspricht, das beim Auftreten der durch die Simulationsschaltung simulierten Zustände zu erwarten war, und wenn ferner dieses Ausgangs-

signal innerhalb eines Zeitraums nach der Betätigung auftritt, der der Ansprechzeit des Systems entspricht, kann geschlossen werden, daß der Meßwertgeber 42 die Signalleitungen 44 und 46 sowie der Empfänger 48 und ferner der  
 5 Testsignalgenerator 50, der Testsignalempfänger 52 und schließlich der Simulator 62 einwandfrei funktionieren.

An der Eingangsseite des scheinleitwertempfindlichen Meßwertgebers 42 sind eine Diode 58 und ein Kondensator 60  
 10 vorgesehen. Hierdurch wird ein fortlaufender Betrieb auch während der Zeiträume ermöglicht, während welcher die Eingangsspannung an den Signalleitungen 44 und 46 unzureichend ist, um den Meßwertgeber zu betreiben. Dies kann beispielsweise dann der Fall sein, wenn der Tastschalter 50 betätigt  
 15 wird. Zu diesen Zeitpunkten ermöglicht es die im Kondensator 60 gespeicherte Ladung, daß ein kontinuierlicher Betrieb des Meßwertgebers 42 aufrechterhalten wird. Die Diode 58 verhindert die Entladung des Kondensators 60 in Abhängigkeit vom Schließen des Tastschalters 50. Andere  
 20 Energiespeicherquellen, wie beispielsweise eine Batterie, können ebenfalls anstelle des Kondensators 60 verwendet werden.

Da das Prüfsystem gemäß der Erfindung den Übertragungskanal  
 25 sowohl zur Übertragung des Instrumentenausgangssignals als auch der Prüfsignale verwendet, müssen Maßnahmen getroffen werden, die ein korrektes Ansprechen des Systems gewährleisten. Dabei muß sichergestellt sein, daß das Einleiten der Prüfung nicht selbst ein fehlerhaftes Ansprechen des  
 30 Systems verursacht. Wenn ein Spannungsstoß als Prüfsignal in einer Stromschleife verwendet wird, können Schwierigkeiten dann auftreten, wenn das Simulationssignal nur während

der Zeit an das Instrument angelegt wird, während welcher das Prüfsignal zum Einsatz kommt. In einem solchen Fall würde das Instrumentenausgangssignal, das auf die Simulation anspricht, dann in Erscheinung treten, wenn keine Möglichkeit  
 5 vorhanden ist, es zu erfassen, da das Prüfsignal ebenfalls vorhanden ist. Bei dem in der Figur 3 dargestellten System liefert die Simulatorschaltung 62 das Simulationssignal nach einer verlängerten Zeitperiode nach Empfang des Prüfsignals, so daß das Systemausgangssignal nach Beendigung  
 10 des Prüfsignals erfaßt wird. Zeiten in der Größenordnung von zwei bis zehn Sekunden sind für das Systemansprechverhalten geeignet, und die Systemantwort kann dann von einer Person beobachtet werden. Kürzere Zeiten sind möglich, wenn das Systemausgangssignal, welches erfaßt werden soll,  
 15 von einer elektronischen Einrichtung, beispielsweise einer Steuereinrichtung, erfaßt wird. Längere Zeit können erwünscht sein, beispielsweise wenn das Instrument 22 oder der Empfänger 32 eine eingebaute Zeitverzögerungsfunktion oder eine verlängerte Ansprechzeit haben. Eine weitere  
 20 Schwierigkeit, welche bei Verwendung von Spannungsprüfsignalen in einer Stromschleife auftreten kann, ist ein unerwünschtes Ansprechen des Empfängers auf die Spannungssignale. Wenn sichergestellt ist, daß das den Sensor simulierende Signal nach dem Prüfsignal vorhanden ist, läßt  
 25 sich ein korrektes Empfängeransprechverhalten auf das Instrumentenausgangssignal erreichen.

Die Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Bei diesem  
 30 Ausführungsbeispiel der Figur 4 weist der Sensor 70 eine rohrförmige "Führungs"- bzw. "Abschirm"-Elektrode 76 auf. Diese Elektrode ist zwischen einer Meßelektrode 72

und einer geerdeten Behälterwand 80 angeordnet. Auf diese Weise werden dazwischen Streuadmittanzen bzw. Streuscheinleitwerte vermieden. Die Abschirmelektrode 76 ist von der Meßelektrode 72 und der geerdeten Behälterwand 80 isoliert. Als Isolierung dienen rohrförmige Isolierelemente 74 und 78. Derartige Sensoren sind beispielsweise aus der US-PS 3 879 644 bekannt. Die Meßelektrode 72 ist an einen leitwertempfindlichen Eingang des leitwertempfindlichen Meßwertgebers 82 über einen Leiter 86 angeschlossen. Der Leiter 86 kann einen Mittenleiter eines Koaxialkabels 84 umfassen. Ein Außenleiter 88 des Kabels ist am Sensor 70 mit der Abschirmelektrode 76 verbunden und beim Meßwertgeber 82 mit einer Potentialquelle verbunden, die im wesentlichen gleich dem Potential des Leiters 86 ist. Die Verwendung eines derartigen Führungspotentials ermöglicht eine erhebliche Verringerung von erfaßten Streuscheinleitwerten, die mit der Messung einhergehen.

Ein scheinleitwertempfindlicher Meßwertgeber 82 ist über Signalleitungen 100, 102 an einen Empfänger 110 angeschlossen. Dieser kann an einer entfernten Stelle angeordnet sein. Der Empfänger kann die oben schon beschriebenen Empfängerfunktionen aufweisen. Der Meßwertgeber 82 ist bevorzugt ein Zweidrahtmeßwertgeber. Hierzu enthält der Empfänger 110 eine geeignete Energieversorgungsquelle zur Speisung der Signalleitungen 100, 102.

Ein Prüfsignalgenerator enthält einen Schalter 104, einen Kondensator 108 und einen Widerstand 106. Wenn der Schalter 104 die in der Figur dargestellte Position einnimmt, wird der Kondensator 108 über den Widerstand 106 entladen. Wenn der Schalter 104 in die andere Schalterstellung gebracht

wird, verursacht der Kondensator 108 einen negativen Spannungsstoß in dem Potential zwischen den Signalleitungen. Ein derartiger Spannungsstoß wird bei dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel als Prüfsignal verwendet.

5 Es können andere Mittel zur Erzeugung eines derartigen Spannungsstoßes verwendet werden. Beispielsweise kann ein mit den Signalleitungen verbundener Transistor betätigt werden. Das dargestellte Ausführungsbeispiel ist einfach, betriebssicher und benötigt nur geringen Aufwand.

10

Das Prüfsignal wird von einem Prüfsignalempfänger empfangen. Dieser Prüfsignalempfänger enthält einen Transistor 94, Widerstände 97 und 98, eine LED 96, wobei letztere an der Eingangsseite einen optischen Isolator aufweist und als

15 Ausgangselement einen Phototransistor 120. Wie beim Ausführungsbeispiel der Figur 3 ermöglichen die Diode 90 und der Kondensator 92 den fortlaufenden Betrieb des Meßwertgebers 82, unabhängig von Spannungsstößen, die durch den Prüfsignalgenerator in die Signalleitungen eingebracht werden.

20

Ein negativer Spannungsstoß in der Signalleitung 100 liefert einen Basisstrom über den Widerstand 98 für den Transistor 94. Dieser bewirkt einen Kollektorstromstoß im Transistor 94 und in der LED 96. Dieser Strom wird durch den Widerstand 97

25 begrenzt. Dieser Zustand entspricht der Erfassung eines Prüfsignals.

Der übrige Teil der in Figur 4 dargestellten Schaltung enthält eine Simulatorschaltung, die ein Scheinleitwertsignal

30 beim Erfassen eines Prüfsignals an den Sensor liefert. Diese Simulatorschaltung ist über ein Koaxialkabel 116 an den Sensor 70 angeschlossen. Ein Mittenleiter 112 ist an einem Ende an die den Scheinleitwert messende Elektrode 72

angeschlossen. Am anderen Ende ist der Mittenleiter an ein Scheinleitwertschaltnetzwerk, das im einzelnen noch erläutert wird, angeschlossen. Der Außenleiter 114 des Koaxialkabels 116 koppelt ein Führungspotential vom Sensor an den Simulator und schirmt den Mittenleiter 112 ab.

Ein Leiter 118 ist an eine auf das Führungspotential bezogene Stromquelle zum Betrieb der Simulatorschaltung angeschlossen. Die Gleichstromquelle ist der Einfachheit halber nicht gezeigt. Ein Stromimpuls in der LED, welcher durch ein Prüfungssignal bewirkt wird, verursacht einen Stromstoß im Phototransistor 120. Hierbei wird eine Kippstufe bzw. ein monostabiler Multivibrator, der Transistoren 124 und 128, Lastwiderstände 122, 126 und 130 sowie einen Rückkopplungskondensator 138 aufweist, betätigt. Vor der Betätigung der Simulatorschaltung steuert der Widerstand 122 den Transistor 124 in den ausgeschalteten Zustand, und der Widerstand 126 steuert den Transistor 128 in den eingeschalteten Zustand. Hierdurch wird der Transistor 134 für das Umschalten des Scheinleitwertes ausgeschaltet, und der Transistor 132 wird eingeschaltet. Auf diese Weise wird der Leiter 148 an das Abschirmungspotential angeschlossen, und es wird verhindert, daß die Simulatorschaltung einen Scheinleitwert an den Sensor 70 ankoppelt. In diesem Schaltungszustand ist der Kondensator 138 entladen.

Die Leitfähigkeit im Phototransistor 120 in Abhängigkeit vom empfangenen Prüfungssignal bewirkt die Einschaltung des Transistors 124, wodurch der Transistor 128 ausgeschaltet wird. Infolge davon wird der Transistor 132 ausgeschaltet und der Transistor 134 eingeschaltet. Hierdurch wird der Scheinleitwert des Leiters 148 über den Mittenleiter 112 auf den Sensor übertragen. Der Scheinleitwert des Leiters 148

ist einstellbar von null bis auf einen Scheinleitwert des Kondensators 144. Dies erfolgt durch Einstellung eines Potentiometers 146. Hierdurch wird eine Einstellung ermöglicht, die einem vorbestimmten Materialzustand entspricht.

5

Nach dem Abklingen der Stromstöße in der LED 96 und dem Phototransistor 120 wird der Kondensator 138 über den Widerstand 122 entladen. Wenn der Kondensator 138 vollständig in der Weise entladen ist, daß die Gate-Spannung des Transistors 124 ihre Schwellenwertspannung erreicht, wird  
10 der Transistor 124 ausgeschaltet, und die Schaltung kehrt in ihren Zustand vor ihrer Betätigung zurück. Auf diese Weise bewirkt ein Prüfsignal einen effektiven Scheinleitwert, der an die Meßelektrode 72 des Sensors 70 für eine  
15 vorbestimmte Zeitdauer gekoppelt wird. Diese Ankoppelung erfolgt nach Auftreten des Prüfsignals. Der zugefügte Scheinleitwert wird so ausgewählt, daß er größer ist als der für die Betätigung des scheinleitwertempfindlichen Meßwertgebers 82 erforderliche Wert. Demgemäß wird inner-  
20 halb der Zeitdauer, während welcher der simulierende Scheinleitwert angekoppelt ist, der Empfänger 110 ein Hochpegelausgangssignal nur dann liefern, wenn das gesamte System funktionsfähig ist.

25 Beim oben beschriebenen Ausführungsbeispiel wird die Simulatorschaltung über den Mittenleiter 116 an den Sensor und nicht direkt an das Instrument angeschlossen. Ferner sind die Kabel 116 und 84 getrennt an den Sensor 70 angeschlossen. Hierdurch wird gewährleistet, daß entweder ein  
30 Alarmsignal sofort ausgelöst wird oder das System auf ein Prüfsignal nicht in der geeigneten Weise reagieren kann.

Durch die Erfindung wird mithin ein System geschaffen, bei dem eine Prüfung des Instrumentensystems an einer vom Instrumentensystem entfernten Stelle möglich ist. Im Rahmen der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen definiert ist, sind vorteilhafte Weiterbildungen möglich.

EP 6785-70/W  
Az.: 90 124 610.8-2211  
DREXELBROOK CONTROLS, INC.

### PATENTANSPRÜCHE:

1. Instrumentensystem mit:

einem Sensor (20; 40; 70), der einen auf physikalische Bedingungen ansprechenden Ausgang hat;

einem Instrument (22; 42; 82), das einen mit dem Ausgang des Sensors (20; 40; 70) gekoppelten Eingang sowie einen mit einem Übertragungskanal (30) koppelbaren Ausgang hat;

einer Prüfschaltung (26, 28; 52, 62), die einen mit dem Ausgang des Instruments (22; 42; 82) gekoppelten Eingang sowie einen mit dem Übertragungskanal (30) koppelbaren Ausgang hat, wobei die Prüfschaltung ein vorbestimmtes Ausgangssignal im Ansprechen auf ein vorbestimmtes Signal am Eingang der Prüfschaltung erzeugt;

einem Prüfsignalgenerator (34), der einen mit dem Übertragungskanal (30) koppelbaren Ausgang hat und ein dem vorbestimmten Eingangssignal der Prüfschaltung entsprechendes Ausgangssignal erzeugt, und

einer Steuereinrichtung (36), die mit dem Prüfsignalgenerator (34) gekoppelt ist, um die Erzeugung von Prüfsignalen durch den Prüfsignalgenerator (34) unter vorbestimmten Bedingungen zu bewirken;

**dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinrichtung (36) auf an dem Instrumentenausgang erzeugte Signale anspricht, wenn der Instrumentenausgang (22; 42; 82) und der Prüfsignalgenerator (34) mit dem Übertragungskanal (30) gekoppelt sind, und

der Ausgang der Prüfschaltung (26, 28; 52, 62) mit dem Ausgang des Sensors (20; 40; 70) gekoppelt ist.

2. Instrumentensystem nach Anspruch 1, wobei die Steuereinrichtung ein Ausgangssignal (38) erzeugt, das angibt, ob das System auf von dem Prüfsignalgenerator (34) erzeugte Signale geeignet angesprochen hat.

3. Instrumentensystem nach Anspruch 1, das weiterhin aufweist, einen mit dem Übertragungskanal (30) gekoppelten Empfänger (32) zum Erzeugen eines Empfängerausgangssignals, das auf Signale anspricht, die an dem Instrumentenausgang erzeugt werden, wenn das Instrument (22; 42; 82) und der Empfänger (32) mit dem Übertragungskanal (30) gekoppelt sind, wobei die Steuereinrichtung (36) auf das Ausgangssignal des Empfängers (32) anspricht.

4. Instrumentensystem nach Anspruch 1, wobei die Steuereinrichtung (36) den Prüfsignalgenerator (34) dazu veranlaßt, die Ausgangssignale mit periodischen Intervallen zu erzeugen.

5. Instrumentensystem nach Anspruch 1, wobei die Prüfschaltung (26, 28; 52, 62) das vorbestimmte Ausgangssignal für eine vorbestimmte Zeit im Ansprechen auf das vorbestimmte Signal an dem Eingang der Prüfschaltung (26, 28; 52, 62) erzeugt, und die Steuereinrichtung (36) auf Signale anspricht, die an dem Instrumentenausgang während der vorbestimmten Zeit erzeugt werden, um ein Ausgangssignal (38) zu erzeugen, das angibt, ob das System auf von dem Prüfsignalgenerator (34) erzeugte Signale geeignet angesprochen hat.

6. Instrumentensystem nach Anspruch 1, wobei der Ausgang des Instruments (42; 82) zwei Adern (44, 46; 100, 102) für einen Ausgangsstrom aufweist.

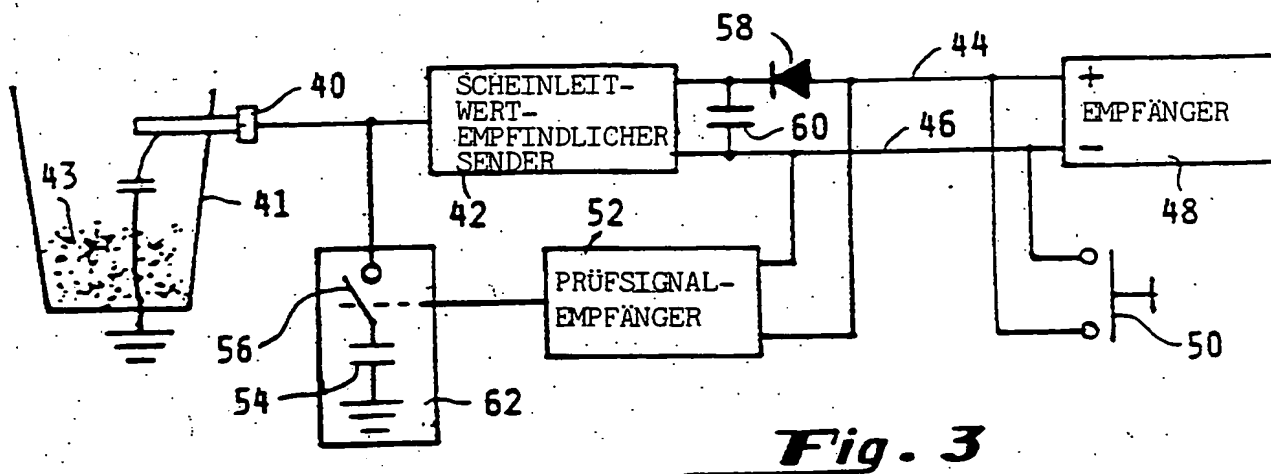
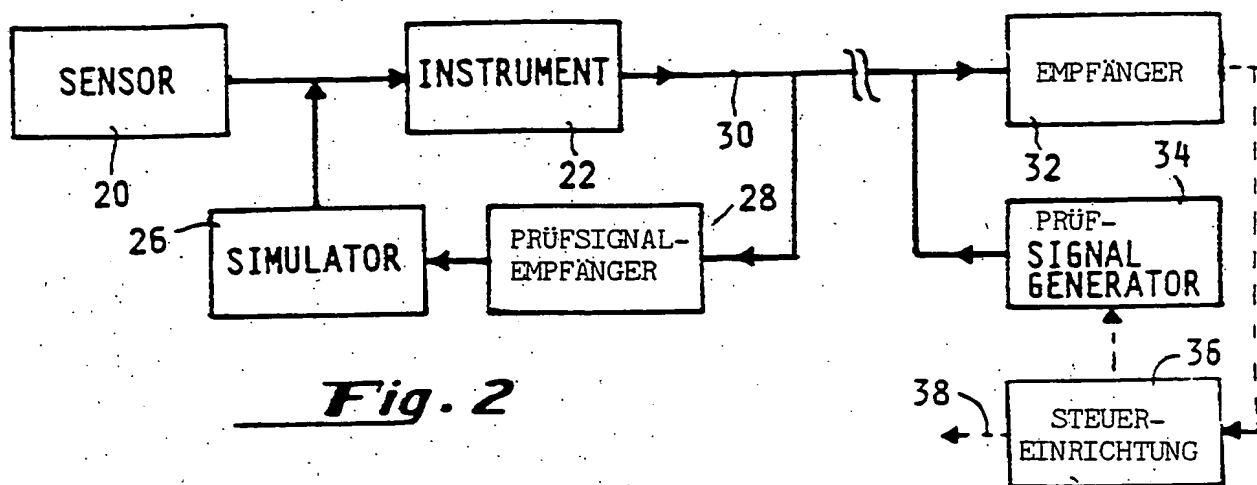
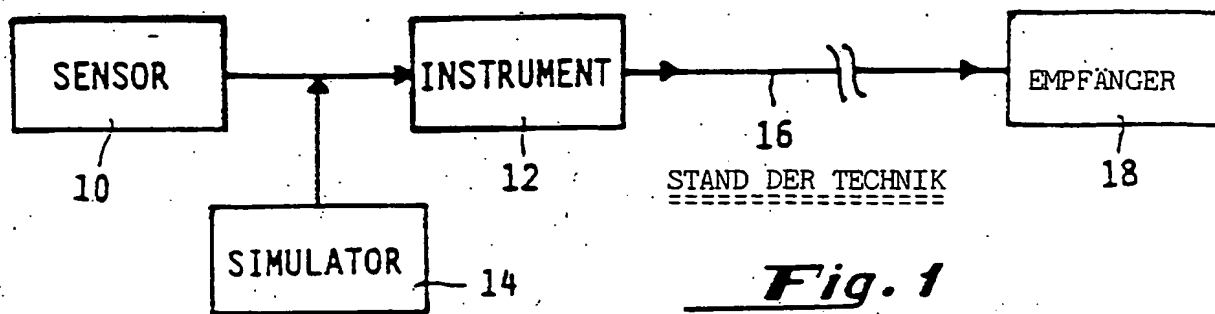
7. Instrumentensystem nach Anspruch 6, wobei das vorbestimmte Eingangssignal für die Prüfschaltung ein Spannungsimpuls ist.

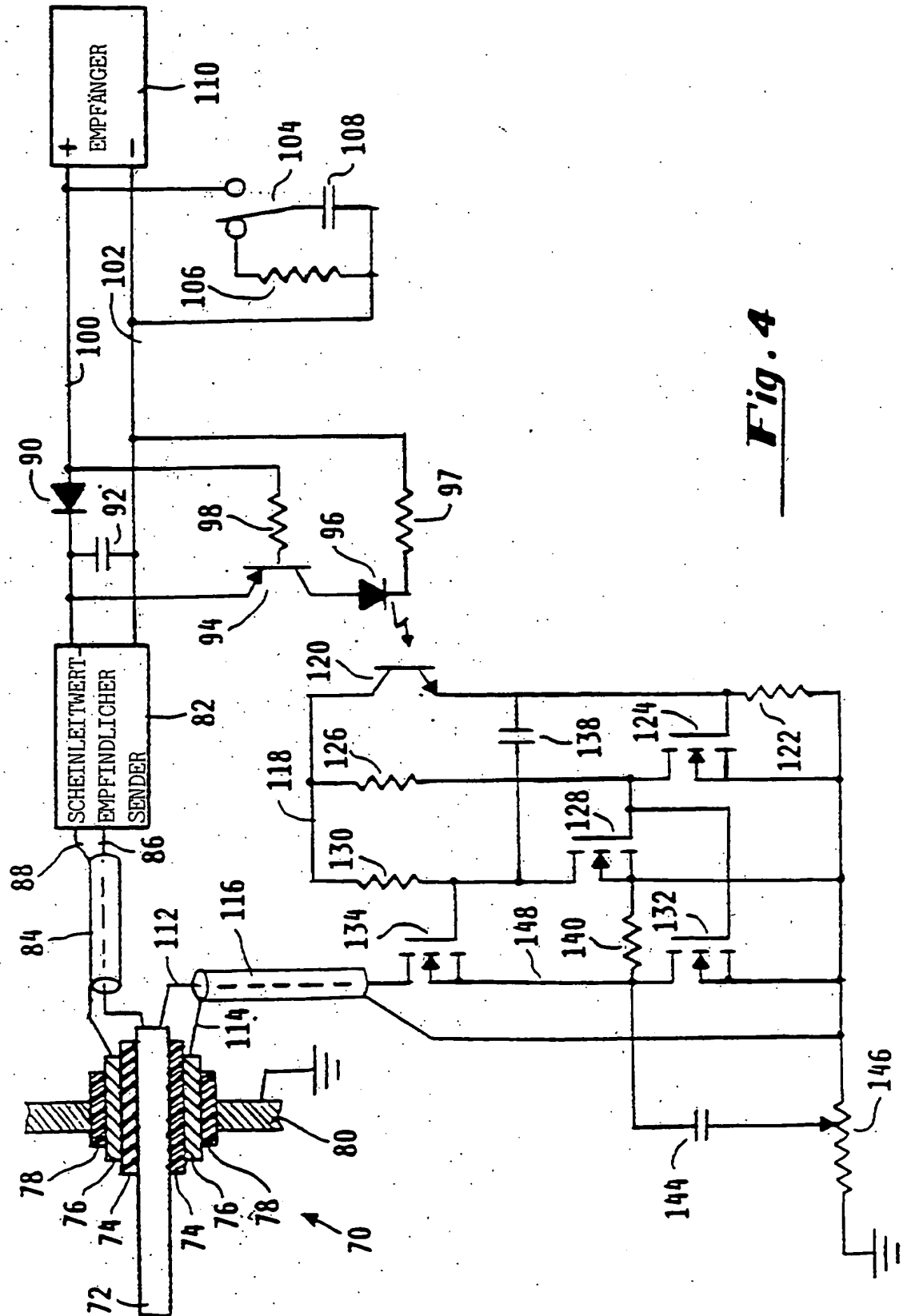
8. Instrumentensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Sensor (40; 70) scheinleitwertempfindlich ist und einen auf die physikalischen Bedingungen ansprechenden Scheinleitwertausgang hat;

das Instrument (42; 82) einen mit dem Ausgang des Sensors (40; 70) gekoppelten scheinleitwertempfindlichen Eingang hat und eine Führungsspannungsquelle umfaßt, die im wesentlichen das gleiche Potential wie der scheinleitwertabhängige Eingang hat;

die Prüfschaltung (52, 62) ein Scheinleitwertelement (54; 144) und einen Schalter (56; 134) zum Koppeln des Scheinleitwertelements (54; 144) an den scheinleitwertempfindlichen Instrumenteneingang im Ansprechen auf ein vorbestimmtes Signal an dem Eingang der Prüfschaltung umfaßt, wobei die eine Elektrode des Schalters (56; 134) mit dem Scheinleitwertelement (54; 144) verbunden ist und mit der Führungsspannungsquelle gekoppelt ist, wenn das Scheinleitwertelement (54; 144) nicht mit dem scheinleitwertempfindlichen Instrumenteneingang gekoppelt ist.

9. Instrumentensystem nach Anspruch 8, wobei die Prüfschaltung (52, 62), wenn sie mit dem scheinleitwertempfindlichen Instrumenteneingang gekoppelt ist, ein Scheinleitwert-Ausgangssignal erzeugt, das den Scheinleitwertausgang des Sensors (40; 70) unter vorbestimmten physikalischen Bedingungen simuliert.





**Fig. 4**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**